



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-266301

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/02
G11B 5/09

(21)Application number : 2000-085259

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.03.2000

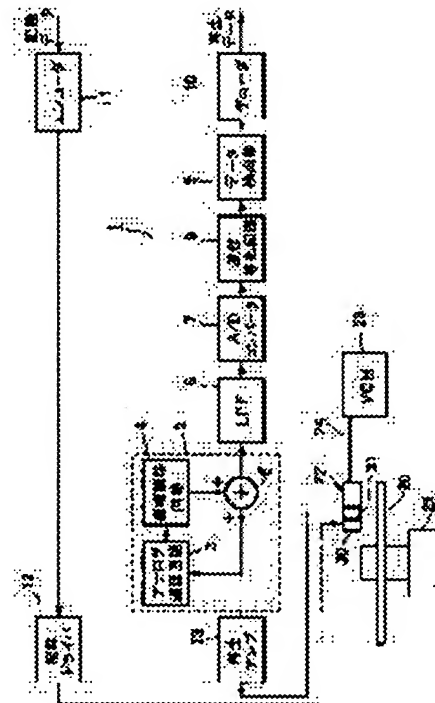
(72)Inventor : SAKAI YUJI

(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND DATA CHANNEL APPLIED FOR THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic disk device capable of realizing the data reproducing operation having a low error rate by allowing to secure the high quality reproducing signal in the magnetic disk device applying the perpendicular magnetic recording method.

SOLUTION: In a disk drive applying the perpendicular magnetic recording method, a data channel 1 is publicized which is provided with a noise removing circuit 2 for extracting the high quality reproducing signal by removing the noise coming from the fringe magnetizing area from a mixed reproducing signal read out from a read head element 31. The noise removing circuit 2 is provided with a circuit capable of offsetting the noise, having the delay time corresponded to the length of the recording gap of a write head element 30 while having the polarity opposite to the data magnetizing polarity, then the noise reproduced from the fringe magnetizing area is removed from the mixed reproducing signal.



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the side of the data tracks which use the head component for record and come to record data by vertical magnetic recording on a disk, and the data tracks concerned, and the data magnetization polarity in the data tracks concerned is reversed polarity. And a data-logging means to record the fringe magnetization field formed in the location delayed according to the record gap length of the head component for record, The head component for playback is used. The regenerative signal from said data tracks, The data readout means which reads the mixed regenerative signal with which the noise from said fringe magnetization field was mixed, The magnetic disk drive characterized by providing a data playback means to have a noise rejection circuit for removing said noise from the mixed regenerative signal outputted from said data readout means, to extract said regenerative signal from said mixed regenerative signal, and to reproduce record data.

[Claim 2] The magnetic disk drive according to claim 1 characterized by using the ring type magnetic head mounted where said head component for record and said head component for playback are separated on the same slider.

[Claim 3] Said ring type magnetic head has the trailing side record magnetic pole section which constitutes the record gap of said head component for record, and the leading side record magnetic pole section. The leading side record magnetic pole section concerned When a shielding member with said head component for playback is made to serve a double purpose and the record magnetization field of said data-tracks width of face is constituted from said trailing side record magnetic pole section The magnetic disk drive according to claim 2 characterized by being the structure which forms said fringe magnetization field in one side or the both sides of said data tracks.

[Claim 4] The delay circuit which said noise rejection circuit inputs [delay circuit] the mixed regenerative signal read by the head component for playback, and delays only the time delay according to said record gap length, The amplitude equalization circuit for adjusting the amplitude of the delay signal outputted from said delay circuit so that it may double with the amplitude of said noise, The magnetic disk drive according to claim 1 by which it is characterized [which has the circuit which extracts the regenerative signal which added said delay signal by which amplitude adjustment was carried out in said amplitude equalization circuit, and said mixed regenerative signal, and removed said noise from the mixed regenerative signal concerned].

[Claim 5] From the data tracks which applied to the magnetic disk drive of vertical magnetic recording, and were recorded on the disk by the head component for record It is the data channel which has the function which processes the regenerative signal read by the head component for playback, and reproduces record data, and is the mixed regenerative signal read from said head component for playback. The regenerative signal from said data tracks, It is the side of the data tracks concerned and the data magnetization polarity in the data tracks concerned is reversed polarity. And a means to input said mixed regenerative signal with which the noise from the fringe magnetization field formed in the location delayed according to the record gap length of the head component for record was mixed, The delay circuit which generates the delay signal which delayed only the time delay according to record gap length to the mixed regenerative signal inputted from said input means, The amplitude equalization circuit for adjusting the amplitude of the delay signal outputted from said delay circuit so that it may double with the amplitude of said noise, Said delay signal by which amplitude adjustment was carried out in said amplitude equalization circuit, and said mixed regenerative signal are added. The data channel characterized by providing the circuit which extracts the regenerative signal which removed said noise from the mixed regenerative signal concerned, and a data playback means to reproduce record data from said regenerative signal.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention applies vertical magnetic recording and is to offer the magnetic disk drive which used especially the ring type magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the field of the hard disk drive, application of the vertical magnetic recording which can improve high recording density is considered. By the conventional longitudinal recording method, the record magnetization corresponding to data (0/1) is formed in the longitudinal direction of the disk which is a magnetic-recording medium. On the other hand, by the vertical recording method, the record magnetization concerned is formed in the depth direction of a disk. a vertical recording method -- a longitudinal recording method -- comparing -- a signal -- resolution is high, and since attenuation of signal amplitude is small even when it is high track recording density, it is the method which can realize high surface recording density-ization.

[0003] A vertical recording method is divided roughly into the method which combined the method which combined the bilayer film medium and the single magnetic pole head, and a monolayer medium and the ring type magnetic head. With a bilayer film medium, a vertical recording magnetic layer and the lining layer for making the return path of a record field are formed on a disk. On the other hand, with a monolayer medium, only a vertical recording magnetic layer is formed on a disk. Moreover, the ring type magnetic head is the magnetic head currently used by the conventional longitudinal recording method.

[0004] Since the former method has upwards a problem on the structure where a single magnetic pole head tends to be influenced of an external magnetic field and does not have an operating experience as a product at present, we are anxious about various kinds of problems generated in process of utilization. On the other hand, since the ring type magnetic head is a head of the common knowledge which has sufficient track record in a longitudinal recording method, the latter method is relatively presumed that utilization is easy by using the head concerned.

[0005] As the conventional typical ring type magnetic head, as shown in drawing 2, the merge (merge) mold magnetic head which used the MR (magnetoresistive) film 310 as a read head component 31, dissociated in the write head component 30, and was mounted on the same slider 22 is common knowledge. This merge mold head constitutes the record gap of the write head component 30 to the migration direction (arrow head 200) of a head (slider 22) by the record magnetic pole 300 by the side of trailing (trailing-edge side), and the record magnetic pole 301 by the side of leading (first transition side), as shown in drawing 2 (A). The write head component 30 generates a record field from a record gap, when a record current flows in the coil 302 for record. Furthermore, a merge mold head is the structure where the record magnetic pole 301 by the side of leading is made to serve a double purpose as shielding film for separating the read head component 31 and the write head component 30. The read head component 31 outputs a regenerative signal through the lead wire 311 connected to the MR film 310.

[0006] This drawing (B) and (C) are drawings seen from each side face shown in drawing 2 (A). As shown in this drawing (B) and (C), when data are recorded on a disk by the write head component 30 concerned, the width of recording track (DTW) of data tracks is equivalent to the width of face of the record magnetic pole 300 by the side of trailing. On the other hand, the read head component 31 has a playback sensitivity profile larger than the recorded data-tracks width of face.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since it is thought that the vertical recording method which combined the conventional ring type magnetic head and a conventional monolayer medium is easy to put in practical use as mentioned above, it is promising as a method which realizes the drive of a raise in recording density. However, there are the following technical problems which should be solved in the vertical recording method concerned. With reference to drawing 3, it explains concretely.

[0008] Since the record magnetic pole 301 by the side of leading is made to serve a double purpose as shielding film of the MR film 310, the above-mentioned merge mold head is the structure of having the large width of recording track to the width of recording track (data-tracks width of face DTW) by the trailing side record magnetic pole 300. As shown in drawing 3 (C), when data are recorded on a disk by the head concerned from the reasons of such structure, it is checked that the side fringe (fringe) magnetization area (it is called fringe magnetization area below) 401 is formed in both the sides of the data-logging magnetization area (namely, data tracks of the width of recording track DTW) 400 by the record magnetic pole 300 by the side of trailing.

[0009] Here, for the write head component 30, as shown in drawing 3 (A) and (B), the condition that the record current corresponding to record data (coded data) is supplied is assumed. The vertical recording magnetization field (Dp) of the straight polarity corresponding to coded data and the vertical recording magnetization field (Dn) of negative polarity are formed in data tracks 400. On the other hand, to the data-logging magnetization (Dp, Dn) concerned, phases differ in the fringe magnetization area 401 180 degrees, and the magnetization field (Sn, Sp) where only the die length which record gap length (GL) deserves mostly was delayed is formed in it. namely, data-logging magnetization (Dp, Dn) of data tracks 400 -- receiving -- record gap length -- (the fringe magnetization field (Sn, Sp) of the reversed polarity delayed by GL) is formed in both the sides of data tracks 400.

[0010] It is checked that it is greatly dependent on the structure of a record magnetic pole or its magnetic material without depending for the width of face (truck cross direction) of such fringe magnetization area 401 on a record current wave form. For this reason, the fringe magnetization area 401 may be formed only in the single-sided side of data tracks of head structure.

[0011] Although the read head component 31 shows the maximum playback sensibility near the core of data tracks 400 in the playback sensitivity profile of the truck cross direction in the MR film 310, playback sensibility reaches to the outside (namely, fringe magnetization area 401). Therefore, in data playback actuation, the read head component 31 will be reproduced also from the fringe magnetization area 401 not only to the data tracks 400 but to coincidence. Thereby, the regenerative signal from a head turns into a mixed regenerative signal with which the noise according to the fringe magnetization field (S_n , S_p) of the reversed polarity delayed to the regenerative signal according to original data-logging magnetization (D_p , D_n) was mixed. If the regenerative signal with which such a noise was mixed is inputted into a data channel (regeneration circuit), the engine performance of a data decryption will fall and the error rate in data regeneration will become high.

[0012] Then, the purpose of this invention is in the magnetic disk drive which applied vertical magnetic recording to offer the magnetic disk drive which can realize data playback actuation with a low error rate, as the noise from the fringe magnetization area formed in the side of data tracks is removed from a regenerative signal and the regenerative signal of high quality can be secured.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In the magnetic disk drive which applied the vertical magnetic recording which combined the ring type magnetic head and a monolayer medium, when reproducing data from data tracks, especially this invention removes the noise from fringe magnetization area from the regenerative signal read from the read head component, and relates to the data playback means equipped with the function in which the regenerative signal of high quality can be extracted.

[0014] With this equipment, if the head component for record is used and vertical-magnetic-recording actuation is performed, the fringe magnetization field formed in the location which a data magnetization polarity is reversed polarity, and was delayed according to the record gap length of the head component for record will be formed in the side of the data tracks recorded on the disk. The head component for playback is used at the time of data playback actuation, and the mixed regenerative signal with which the regenerative signal from data tracks and the noise from a fringe magnetization field were mixed is read to it. A data playback means has a noise rejection circuit for removing the noise of a fringe magnetization field from a mixed regenerative signal, extracts an original regenerative signal from a mixed regenerative signal, and reproduces record data.

[0015] The ring type magnetic head used for this equipment is the structure where have the trailing side record magnetic pole section which constitutes the record gap of the head component for record, and the leading side record magnetic pole section, and the leading side record magnetic pole section concerned is making the shielding member with the head component for playback serve a double purpose. Moreover, the noise rejection circuit included in a data playback means The delay circuit which the mixed regenerative signal read by the head component for playback is inputted [delay circuit], and delays only the time delay according to record gap length. The delay signal by which amplitude adjustment was carried out in the amplitude equalization circuit and amplitude equalization circuit for adjusting the amplitude of the delay signal outputted from a delay circuit, and a mixed regenerative signal are added so that it may double with the amplitude of a noise, and it has the circuit which extracts the regenerative signal which removed the noise from the mixed regenerative signal concerned.

[0016] By such configuration, the noise mixed from fringe magnetization area can be removed, and the regenerative signal of high quality can be extracted from the regenerative signal read from data tracks by the head component for playback at the time of data playback actuation. Therefore, by performing data decryption processing to the regenerative signal of this high quality, data playback actuation with a low error rate is realized, and it becomes possible to reproduce record data correctly.

[0017]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the gestalt of operation of this invention is explained below.

[0018] (Disk drive of a vertical recording method) Drawing 1 is the block diagram showing the important section of the disk drive which applied the vertical recording method of this operation gestalt. This drive has the disk 20 of monolayer medium structure as the ring type magnetic head (slider) 22 which realizes a vertical recording method, and a vertical-magnetic-recording layer. The slider 22 constitutes the merge mold magnetic head which separated and mounted the read head component 31 which used the MR film 310, and the write head component 30, as shown in above-mentioned drawing 2. The slider 22 is carried in the actuator 24 driven with a voice coil motor (VCM) 23. It is moved in the direction of a path of a disk 20 by this actuator 24, and a slider 22 is positioned by it in the truck location (data tracks) where it was specified on the disk 20. Moreover, the disk 20 is rotating with the spindle motor 21. In addition, with this operation gestalt, explanation is omitted about the control system of VCM23 and a spindle motor 21.

[0019] A disk drive has the data channel 1 for processing the record signal for recording data on a disk 20 by the write head component 30, and the regenerative signal read from on the disk 20 by the read head component 31. A data channel 1 has a light channel containing the encoder 11 for changing into coded data the record data transmitted from a host system (not shown). The coded data from an encoder 11 is changed into a record current (see drawing 4 (B)) by the record driver (light amplifier) 12 contained in a head amplifier circuit, and is supplied to the write head component 30.

[0020] On the other hand, a data channel 1 processes the regenerative signal from the read head component 31, and has the lead channel outputted to a host system as playback data reproducing record data. A lead channel inputs the regenerative signal amplified with the playback amplifier (lead amplifier) 13 contained in a head amplifier circuit, and it has the low pass filter (LPF) 6 for removing a high region noise, A/D converter 7, a waveform equalization circuit 8, the data detecting element (BIDABI decoder) 9, and a decoder 10. A/D converter 7 changes an analog regenerative-signal wave into a digital signal. A waveform equalization circuit 8 is a digital equalizer which performs waveform-equalization processing to a digital signal. The data detecting element 9 and a decoder 10 constitute the data decryption system for reproducing to the original record data.

[0021] The data channel 1 of this operation gestalt is formed in the input section of a lead channel, and has the noise rejection circuit 2 for removing the noise from a fringe magnetization field from the mixed regenerative signal inputted from the playback amplifier 13. The noise rejection circuit 2 has the analog delay circuit 3, the amplitude equalization circuit 4, and an adder circuit 5. In addition, although the analog delay circuit 3 is arranged at the preceding paragraph of the amplitude equalization circuit 4, the configuration conversely arranged in the latter part is sufficient as it.

[0022] (Data playback actuation) Below with drawing 1, data playback actuation of this operation gestalt and actuation of the noise rejection circuit 2 are explained with reference to drawing 4.

[0023] First, as mentioned above, the ring type magnetic head (slider) 22 used for the drive of this operation gestalt is merge mold head structure as shown in drawing 2. That is, since the record magnetic pole 301 by the side of leading is made to serve a double purpose as shielding film of the MR film 310, it is the structure of having the large width of recording track to the width of recording track (data-

tracks width of face DTW) by the trailing side record magnetic pole 300. Therefore, as shown in drawing 4 (D), the fringe magnetization area 401 is formed in both the sides of the data tracks (data-logging magnetization area of the width of recording track DTW) 400 by the record magnetic pole 300 by the side of trailing of the write head component 30. The write head component 30 will record the data tracks 400 which consist of a vertical recording magnetization field (Dp) of the straight polarity corresponding to coded data, and a vertical recording magnetization field (Dn) of negative polarity, if the record current corresponding to record data (coded data) is supplied as shown in drawing 4 (A) and (B).

[0024] On the other hand, to the data-logging magnetization (Dp, Dn) concerned, phases differ in the fringe magnetization area 401 180 degrees, and the magnetization field (Sn, Sp) where only the die length which record gap length (GL) deserves mostly was delayed is formed in it. namely, data-logging magnetization (Dp, Dn) of data tracks 400 -- receiving -- record gap length -- (the fringe magnetization field (Sn, Sp) of the reversed polarity delayed by GL) is formed in both the sides of data tracks 400. In addition, the width of face of the fringe magnetization area 401 is smaller than data-tracks width of face (DTW), and is "1/n (n=5-10)" extent.

[0025] Next, at the time of data playback actuation, the regenerative signal (RS) read by the read head component 31 is amplified with the playback amplifier 13, and is inputted into a lead channel. At this time, a regenerative signal (RS) is a mixed regenerative signal with which the noise (NS) from a fringe magnetization field (Sn, Sp) was mixed from the original data tracks to the regenerative signal (RD), as mentioned above (see drawing 4 (F)). An original regenerative signal (RS) is a signal wave form as shown in drawing 4 (E).

[0026] A noise (NS) is a signal wave form as shown in this drawing (E), has the reversed polarity of an original regenerative signal (RS), and has a time delay (Td) almost equal to the time amount which passes record gap length's (GL)'s distance. This time delay (Td) changes with radius locations of a disk 20. In the relative velocity (peripheral speed) of a disk 20 and a head 22, if V (m/s) and the radius location based on data tracks are set to r (m), a time delay (Td) will be found by the formula of "Td=2 π ir/V." Moreover, the signal amplitude of the noise (NS) reproduced is 1/"a" (however, a is larger value than n)" extent from a fringe magnetization field (Sn, Sp) to the signal amplitude of the regenerative signal (RD) acquired from data tracks.

[0027] In the noise rejection circuit 2 of a lead channel, the mixed regenerative signal (RS) inputted from the playback amplifier 13 is inputted into an adder circuit 5 as an adjustment signal which was delayed by the analog delay circuit 3 which has a time delay (Td), and was adjusted to adjustment gain "1/a" by the amplitude equalization circuit 4. In addition, as mentioned above, reverse is sufficient as each processing sequence of the analog delay circuit 3 and the amplitude equalization circuit 4.

[0028] By adding a mixed regenerative signal (RS) and an adjustment signal, the noise (NS) of the adjustment signal concerned and its reversed polarity is offset, and an adder circuit 5 outputs the original regenerative signal (RD) with which the noise (NS) was removed as a result (see drawing 4 (F)).

[0029] Here, if an original regenerative signal (RD) is set to D (t), the noise (NS) reproduced from a fringe magnetization field (Sn, Sp) can be expressed as "-D(t-Td)/a." Therefore, it is set to "R(t)=D(t)-D(t-Td)/a" when the mixed regenerative signal (RS) which are these sums is set to R (t). Next, it is set to "C(t)=D(t-Td)/a-D(t-2Td)/a²" when the analog delay circuit 3 which has a time delay (Td), and the adjustment signal adjusted by the amplitude equalization circuit 4 by amplitude adjustment gain "1/a" are set to C (t). Therefore, it is set to "S(t)=R(t)+C(t)=D(t)-D(t-2Td)/a²" when the output signal of an adder circuit 5 is set to S (t). The 2nd term of this formula is the very small value of extent which can be disregarded to D (t). Therefore, an adder circuit 5 will output the signal which is "S(t) **D (t)", i.e., an original regenerative signal, (RD).

[0030] In addition, although a time delay (Td) can be presumed by said formula from record gap length (GL), amplitude adjustment gain "1/a" is set up so that the data decryption error rate after the decode processing by the decoder 10 may become the lowest.

[0031] The regenerative signal (RD) from original data tracks is extracted from a mixed regenerative signal (RS) by the noise rejection circuit 2 as mentioned above, data decryption processing is performed by each circuits 6-10 of a lead channel, and the original record data are reproduced. Therefore, since data decryption processing to the regenerative signal (RD) of high quality with which the noise was removed can be performed, it becomes possible to realize highly precise data playback actuation with a low error rate.

[0032] In addition, in the data channel 1 of this operation gestalt, reverse is sufficient as the noise rejection circuit 2 and the location with LPF6. Furthermore, with this operation gestalt, the structure where the record magnetic pole 301 by the side of leading has the large width of recording track to the width of recording track by the trailing side record magnetic pole 300 is assumed. It is possible to constitute as head structure, so that both the record magnetic pole 300,301 may become the same width of recording track. However, since an angle of skew occurs to the data tracks on a disk even if it is such structure, the above-mentioned fringe magnetization field occurs in one side of data tracks at least. Therefore, this invention is effective also to the disk drive which uses the ring type magnetic head of such head structure.

[0033] (Modification) Drawing 5 is the block diagram showing the modification of this operation gestalt. This modification shows the data channel 50 which used the noise rejection circuit 51 of a digital type. The noise rejection circuit 51 is arranged at the next step of A/D converter 7 which changes a mixed regenerative signal (RS) into a digital signal.

[0034] The noise rejection circuit 51 has the digital delay circuit 52 which consists of a digital filter (FIR filter), the digital amplitude equalization circuit 53 which consists of a digital multiplier, and the digital adder circuit 54. In addition, reverse is sufficient as the physical relationship of the digital delay circuit 52 and the digital amplitude equalization circuit 53.

[0035] Also in the case of a noise rejection circuit [such] 51 of a digital type, since the operation effectiveness is the same as that of the case of the noise rejection circuit 2 of an analog type shown in above-mentioned drawing 1, detailed explanation is omitted with other configurations of a disk drive.

[0036]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, in the magnetic disk drive which applied the vertical magnetic recording which combined the ring type magnetic head and a monolayer medium especially according to this invention, the noise from the fringe magnetization area formed in the side of data tracks at the time of data playback actuation can be removed, and the regenerative signal of high quality can be extracted. Therefore, the highly precise data playback actuation with a low error rate is realizable. If this invention is applied, it will become possible to promote utilization of the magnetic disk drive which applied the vertical magnetic recording which enables high recording density-ization.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the important section of the disk drive related to the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] Drawing for explaining the structure of the conventional ring type magnetic head.

[Drawing 3] Drawing for explaining the problem store of the conventional vertical recording method.

[Drawing 4] The timing chart for explaining the operation effectiveness that it is related said operation gestalt 2.

[Drawing 5] The block diagram showing the important section of the disk drive related to the modification of this operation gestalt.

[Description of Notations]

- 1 -- Data channel
- 2 -- Noise rejection circuit
- 3 -- Analog delay circuit
- 4 -- Amplitude equalization circuit
- 5 -- Adder circuit
- 6 -- LPF
- 7 -- A/D converter
- 8 -- Waveform equalization circuit
- 9 -- Data detecting element
- 10 -- Decoder
- 11 -- Encoder
- 12 -- Record driver
- 13 -- Playback amplifier
- 20 -- Disk
- 21 -- Spindle motor
- 22 -- Slider
- 23 -- Voice coil motor (VCM)
- 24 -- Actuator
- 30 -- Write head component
- 31 -- Read head component
- 51 -- Digital type noise rejection circuit
- 52 -- Digital delay circuit
- 53 -- Digital amplitude equalization circuit
- 54 -- Digital adder circuit
- 300 -- Trailing side record magnetic pole
- 301 -- Leading side record magnetic pole
- 310 -- MR film

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録用ヘッド素子を使用して、垂直磁気記録方式によりディスク上にデータを記録してなるデータトラックと、当該データトラックのサイドであって当該データトラックでのデータ磁化極性とは逆極性で、かつ記録用ヘッド素子の記録ギャップ長に応じて遅延された位置に形成されたフリンジ磁化領域とを記録するデータ記録手段と、

再生用ヘッド素子を使用して、前記データトラックからの再生信号と、前記フリンジ磁化領域からのノイズとが混合された混合再生信号を讀出すデータ讀出し手段と、前記データ讀出し手段から出力された混合再生信号から前記ノイズを除去するためのノイズ除去回路を有し、前記混合再生信号から前記再生信号を抽出して記録データを再生するデータ再生手段とを具備したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 前記記録用ヘッド素子と、前記再生用ヘッド素子とが同一スライダ上に分離された状態で実装されたリング型磁気ヘッドを使用することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項3】 前記リング型磁気ヘッドは、前記記録用ヘッド素子の記録ギャップを構成するトレーリング側記録磁極部とリーディング側記録磁極部とを有し、当該リーディング側記録磁極部は、前記再生用ヘッド素子とのシールド部材を兼用し、前記トレーリング側記録磁極部と前記データトラック幅の記録磁化領域を構成するときに、前記データトラックの片側又は両側に前記フリンジ磁化領域を形成するような構造であることを特徴とする請求項2記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】 前記ノイズ除去回路は、再生用ヘッド素子により讀出された混合再生信号を入力し、前記記録ギャップ長に応じた遅延時間だけ遅延させる遅延回路と、

前記ノイズの振幅に合わせるように前記遅延回路から出力される遅延信号の振幅を調整するための振幅調整回路と、

前記振幅調整回路により振幅調整された前記遅延信号と、前記混合再生信号とを加算して、当該混合再生信号から前記ノイズを除去した再生信号を抽出する回路とを有する特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】 垂直磁気記録方式の磁気ディスク装置に適用し、記録用ヘッド素子によりディスク上に記録されたデータトラックから、再生用ヘッド素子により讀出した再生信号を処理して記録データを再生する機能を有するデータチャネルであって、

前記再生用ヘッド素子から讀出された混合再生信号であって、前記データトラックからの再生信号と、当該データトラックのサイドであって当該データトラックでのデータ磁化極性とは逆極性で、かつ記録用ヘッド素子の記録ギャップ長に応じて遅延された位置に形成されたフリ

ンジ磁化領域からのノイズとが混合された前記混合再生信号を入力する手段と、

前記入力手段から入力された混合再生信号に対して記録ギャップ長に応じた遅延時間だけ遅延させた遅延信号を生成する遅延回路と、

前記ノイズの振幅に合わせるように前記遅延回路から出力される遅延信号の振幅を調整するための振幅調整回路と、

前記振幅調整回路により振幅調整された前記遅延信号

と、前記混合再生信号とを加算して、当該混合再生信号から前記ノイズを除去した再生信号を抽出する回路と、前記再生信号から記録データを再生するデータ再生手段とを具備したことを特徴とするデータチャネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、垂直磁気記録方式を適用し、特にリング型磁気ヘッドを使用した磁気ディスク装置を提供することにある。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスクドライブの分野では、高記録密度の向上が可能な垂直磁気記録方式の適用が検討されている。従来の長手記録方式では、データ(0/1)に対応する記録磁化が、磁気記録媒体であるディスクの長手方向に形成される。これに対して、垂直記録方式では、当該記録磁化がディスクの深さ方向に形成される。垂直記録方式は、長手記録方式と比較して、信号分解能が高く、高線記録密度の場合でも信号振幅の減衰が小さいため、高い面記録密度化を実現できる方式である。

【0003】垂直記録方式は、二層膜媒体と単磁極ヘッドとを組み合わせた方式と、単層膜媒体とリング型磁気ヘッドとを組み合わせた方式とに大別される。二層膜媒体とは、ディスク上に垂直記録磁性層と、記録磁界のリターンパスを作るための裏打層とを形成したものである。これに対して、単層膜媒体とは、ディスク上に垂直記録磁性層のみを形成したものである。また、リング型磁気ヘッドは、従来の長手記録方式で使用されている磁気ヘッドである。

【0004】前者の方式は、単磁極ヘッドが外部磁界の影響を受けやすい構造上の問題がある上に、現時点では製品としての使用実績がないため、実用化の過程で発生する各種の問題が懸念されている。これに対して、後者の方式は、リング型磁気ヘッドが長手記録方式において十分な実績のある周知のヘッドであるため、当該ヘッドを使用することにより、相対的に実用化が容易であると推定される。

【0005】従来の代表的なリング型磁気ヘッドとして、図2に示すように、リードヘッド素子31としてMR (magnetoresistive) 膜310を使用し、ライトヘッド素子30とは分離して、同一スライダ22上に実装さ

れたマージ (merge) 型磁気ヘッドが周知である。このマージ型ヘッドは、図2 (A) に示すように、ヘッド (スライダ22) の移動方向 (矢印200) に対して、トレーリング側 (後縁側) の記録磁極300と、リーディング側 (前縁側) の記録磁極301とによりライトヘッド素子30の記録ギャップを構成している。ライトヘッド素子30は、記録用コイル302に記録電流が流れることにより、記録ギャップから記録磁界を発生する。さらに、マージ型ヘッドは、リーディング側の記録磁極301を、リードヘッド素子31とライトヘッド素子30とを分離するためのシールド膜として兼用している構造である。リードヘッド素子31は、MR膜310に接続されたリード線311を介して再生信号を出力する。

【0006】同図 (B) 及び (C) は、図2 (A) に示す各側面から見た図である。同図 (B) 及び (C) に示すように、当該ライトヘッド素子30によりディスク上にデータを記録した場合に、データトラックのトラック幅 (DTW) は、トレーリング側の記録磁極300の幅に相当する。一方、リードヘッド素子31は、記録されたデータトラック幅より広い再生感度分布を有する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来のリング型磁気ヘッドと単層膜媒体とを組み合わせた垂直記録方式は、実用化が容易と考えられるため、高記録密度化のドライブを実現する方式として有望である。しかしながら、当該垂直記録方式には、以下のような解決すべき課題がある。図3を参照して具体的に説明する。

【0008】前述のマージ型ヘッドは、リーディング側の記録磁極301がMR膜310のシールド膜として兼用されているため、トレーリング側記録磁極300によるトラック幅 (データトラック幅DTW) に対して、広いトラック幅を有する構造である。このような構造上の理由から、図3 (C) に示すように、当該ヘッドによりディスク上にデータを記録した場合に、トレーリング側の記録磁極300によるデータ記録磁化エリア (即ち、トラック幅DTWのデータトラック) 400の両サイドには、サイドフリンジ (fringe) 磁化エリア (以下フリンジ磁化エリアと呼ぶ) 401が形成されることが確認されている。

【0009】ここで、ライトヘッド素子30には、図3 (A), (B) に示すように、記録データ (符号化データ) に対応する記録電流が供給されている状態を想定する。データトラック400には、符号化データに対応する正極性の垂直記録磁化領域 (Dp) 及び負極性の垂直記録磁化領域 (Dn) が形成される。一方、フリンジ磁化エリア401には、当該データ記録磁化 (Dp, Dn) に対して、位相が180度異なり、記録ギャップ長 (GL) にはほぼ相当する長さだけ遅延した磁化領域 (Sn, Sp) が形成される。即ち、データトラック400のデータ記録磁化 (Dp, Dn) に対して、記録ギャッ

プ長 (GL) 分だけ遅延した逆極性のフリンジ磁化領域 (Sn, Sp) が、データトラック400の両サイドに形成される。

【0010】このようなフリンジ磁化エリア401の幅 (トラック幅方向) は、記録電流波形には依存せずに、記録磁極の構造やその磁性材料に大きく依存していることが確認されている。このため、ヘッド構造により、データトラックの片側サイドだけにフリンジ磁化エリア401が形成される場合もある。

10 【0011】リードヘッド素子31は、MR膜310でのトラック幅方向の再生感度分布において、データトラック400の中心近傍で最大再生感度を示すが、その外側 (即ち、フリンジ磁化エリア401) まで再生感度が及ぶ。従って、データ再生動作において、リードヘッド素子31は、データトラック400だけでなく、同時にフリンジ磁化エリア401からも再生することになる。これにより、ヘッドからの再生信号は、本来のデータ記録磁化 (Dp, Dn) に応じた再生信号に、遅延した逆極性のフリンジ磁化領域 (Sn, Sp) に応じたノイズが混合された混合再生信号になる。このようなノイズが混合された再生信号がデータチャネル (再生処理回路) に入力されると、データ復号化の性能が低下し、データ再生処理におけるエラーレートが高くなる。

【0012】そこで、本発明の目的は、垂直磁気記録方式を適用した磁気ディスク装置において、データトラックのサイドに形成されるフリンジ磁化エリアからのノイズを再生信号から除去し、高品質の再生信号を確保できるようにして、エラーレートの低いデータ再生動作を実現できる磁気ディスク装置を提供することにある。

30 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、特にリング型磁気ヘッドと単層膜媒体とを組み合わせた垂直磁気記録方式を適用した磁気ディスク装置において、データトラックからデータを再生する場合に、リードヘッド素子から読出された再生信号からフリンジ磁化エリアからのノイズを除去して、高品質の再生信号を抽出できる機能を備えたデータ再生手段に関する。

【0014】本装置では、記録用ヘッド素子を使用して、垂直磁気記録動作が実行されると、ディスク上に記録されたデータトラックのサイドには、データ磁化極性とは逆極性で、かつ記録用ヘッド素子の記録ギャップ長に応じて遅延された位置に形成されたフリンジ磁化領域が形成される。データ再生動作時には、再生用ヘッド素子を使用して、データトラックからの再生信号と、フリンジ磁化領域からのノイズとが混合された混合再生信号が読出される。データ再生手段は、混合再生信号からフリンジ磁化領域のノイズを除去するためのノイズ除去回路を有し、混合再生信号から本来の再生信号を抽出して記録データを再生する。

50 【0015】本装置に使用されるリング型磁気ヘッド

は、記録用ヘッド素子の記録ギャップを構成するトレーリング側記録磁極部とリーディング側記録磁極部とを有し、当該リーディング側記録磁極部が再生用ヘッド素子とのシールド部材を兼用している構造である。また、データ再生手段に含まれるノイズ除去回路は、再生用ヘッド素子により読出された混合再生信号を入力し、記録ギャップ長に応じた遅延時間だけ遅延させる遅延回路と、ノイズの振幅に合わせるように遅延回路から出力される遅延信号の振幅を調整するための振幅調整回路と、振幅調整回路により振幅調整された遅延信号と、混合再生信号とを加算して、当該混合再生信号からノイズを除去した再生信号を抽出する回路とを有する。

【0016】このような構成により、データ再生動作時に、再生用ヘッド素子によりデータトラックから読出された再生信号から、フリンジ磁化エリアから混合されたノイズを除去し、高品質の再生信号を抽出することができる。従って、この高品質の再生信号に対してデータ復号化処理を実行することにより、エラーレートの低いデータ再生動作を実現して、記録データを正確に再現することが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0018】（垂直記録方式のディスクドライブ）図1は、同実施形態の垂直記録方式を適用したディスクドライブの要部を示すブロック図である。本ドライブは、垂直記録方式を実現するリング型磁気ヘッド（スライダ）22と、垂直磁気記録層として単層膜媒体構造のディスク20とを有する。スライダ22は、前述の図2に示すように、MR膜310を使用したリードヘッド素子31と、ライトヘッド素子30とを分離して実装したマージ型磁気ヘッドを構成している。スライダ22は、ボイスコイルモータ（VCM）23により駆動するアクチュエータ24に搭載されている。このアクチュエータ24により、スライダ22は、ディスク20の径方向に移動されて、ディスク20上の指定されたトラック位置（データトラック）に位置決めされる。また、ディスク20は、スピンドルモータ21により回転している。なお、同実施形態では、VCM23とスピンドルモータ21の制御系については説明を省略する。

【0019】ディスクドライブは、ライトヘッド素子30によりディスク20上にデータを記録するための記録信号、及びリードヘッド素子31によりディスク20上から読出された再生信号を処理するためのデータチャンネル1を有する。データチャンネル1は、ホストシステム（図示せず）から転送される記録データを符号化データに変換するためのエンコーダ11を含むライトチャンネルを有する。エンコーダ11からの符号化データは、ヘッドアンプ回路に含まれる記録ドライバ（ライトアンプ）12により記録電流（図4（B）を参照）に変換され

て、ライトヘッド素子30に供給される。

【0020】一方、データチャンネル1は、リードヘッド素子31からの再生信号を処理して、記録データを再現した再生データとしてホストシステムに出力するリードチャンネルを有する。リードチャンネルは、ヘッドアンプ回路に含まれる再生アンプ（リードアンプ）13により増幅された再生信号を入力し、高域ノイズを除去するためのローパスフィルタ（LPF）6と、A/Dコンバータ7と、波形等化回路8と、データ検出部（ビタビデコーダ）9と、デコーダ10とを有する。A/Dコンバータ7は、アナログ再生信号波形をデジタル信号に変換する。波形等化回路8は、デジタル信号に対する波形等化処理を行なうデジタル・イコライザである。データ検出部9及びデコーダ10は、元の記録データに再生するためのデータ復号化系を構成する。

【0021】同実施形態のデータチャンネル1は、リードチャンネルの入力部に設けられて、再生アンプ13から入力される混合再生信号からフリンジ磁化領域からのノイズを除去するためのノイズ除去回路2を有する。ノイズ除去回路2は、アナログ遅延回路3と、振幅調整回路4と、加算回路5とを有する。なお、アナログ遅延回路3は、振幅調整回路4の前段に配置されているが、逆に後段に配置された構成でもよい。

【0022】（データ再生動作）以下図1と共に、図4を参照して、同実施形態のデータ再生動作及びノイズ除去回路2の動作について説明する。

【0023】まず、前述したように、同実施形態のドライブに使用されるリング型磁気ヘッド（スライダ）22は、図2に示すようなマージ型ヘッド構造である。即ち、リーディング側の記録磁極301がMR膜310のシールド膜として兼用されているため、トレーリング側記録磁極300によるトラック幅（データトラック幅DTW）に対して、広いトラック幅を有する構造である。従って、図4（D）に示すように、ライトヘッド素子30のトレーリング側の記録磁極300によるデータトラック（トラック幅DTWのデータ記録磁化エリア）400の両サイドには、フリンジ磁化エリア401が形成される。ライトヘッド素子30は、図4（A）、（B）に示すように、記録データ（符号化データ）に対応する記録電流が供給されると、符号化データに対応する正極性の垂直記録磁化領域（Dp）及び負極性の垂直記録磁化領域（Dn）からなるデータトラック400を記録する。

【0024】一方、フリンジ磁化エリア401には、当該データ記録磁化（Dp、Dn）に対して、位相が180度異なり、記録ギャップ長（GL）にはほぼ相当する長さだけ遅延した磁化領域（Sn、Sp）が形成される。即ち、データトラック400のデータ記録磁化（Dp、Dn）に対して、記録ギャップ長（GL）分だけ遅延した逆極性のフリンジ磁化領域（Sn、Sp）が、データ

トラック400の両サイドに形成される。なお、フリンジ磁化エリア401の幅は、データトラック幅(DTW)よりも小さく、「 $1/n$ ($n=5\sim 10$)」程度である。

【0025】次に、データ再生動作時には、リードヘッド素子31により読出された再生信号(RS)は、再生アンプ13により増幅されて、リードチャネルに入力される。このとき、再生信号(RS)は、前述したように、本来のデータトラックからの再生信号(RD)に、フリンジ磁化領域(S_n , S_p)からのノイズ(NS)が混合された混合再生信号である(図4(F)を参照)。本来の再生信号(RS)は、図4(E)に示すような信号波形である。

【0026】ノイズ(NS)は、同図(E)に示すような信号波形であり、本来の再生信号(RS)の逆極性を有し、記録ギャップ長(GL)の距離を通過する時間にはほぼ等しい遅延時間(T_d)を有する。この遅延時間(T_d)は、ディスク20の半径位置により異なる。ディスク20とヘッド22との相対速度(周速)を V (m/s)と、データトラック中心の半径位置を r (m)とすると、遅延時間(T_d)は、「 $T_d=2\pi r/V$ 」の式により求められる。また、フリンジ磁化領域(S_n , S_p)から再生されるノイズ(NS)の信号振幅は、データトラックから得られる再生信号(RD)の信号振幅に対して、「 $1/a$ (但し、 a は n より大きい値である)」程度である。

【0027】リードチャネルのノイズ除去回路2では、再生アンプ13から入力された混合再生信号(RS)は、遅延時間(T_d)を有するアナログ遅延回路3により遅延されて、かつ振幅調整回路4により調整ゲイン「 $1/a$ 」に調整された調整信号として、加算回路5に入力される。なお、前述したように、アナログ遅延回路3と振幅調整回路4の各処理順序は逆でもよい。

【0028】加算回路5は、混合再生信号(RS)と調整信号とを加算することにより、当該調整信号とその逆極性のノイズ(NS)とが相殺されて、結果的にノイズ(NS)が除去された本来の再生信号(RD)を出力する(図4(F)を参照)。

【0029】ここで、本来の再生信号(RD)を $D(t)$ とすると、フリンジ磁化領域(S_n , S_p)から再生されるノイズ(NS)は、「 $-D(t-T_d)/a$ 」として表現できる。従って、これらの和である混合再生信号(RS)を $R(t)$ とした場合に、「 $R(t)=D(t)-D(t-T_d)/a$ 」となる。次に、遅延時間(T_d)を有するアナログ遅延回路3と、振幅調整ゲイン「 $1/a$ 」で振幅調整回路4により調整された調整信号を $C(t)$ とした場合に、「 $C(t)=D(t-T_d)/a-D(t-2T_d)/a^2$ 」となる。従って、加算回路5の出力信号を $S(t)$ とした場合に、「 $S(t)=R(t)+C(t)=D(t)-D(t-T_d)-D(t-2T_d)/a^2$ 」となる。この式の第2項は、 $D(t)$ に対して、無視できる程度の非常に小さい値である。従って、加算回路5は、「 $S(t)\approx D(t)$ 」である信号、即ち本来の再生信号(RD)を出力することになる。

【0030】なお、遅延時間(T_d)は、記録ギャップ長(GL)から前記式により推定することが可能であるが、振幅調整ゲイン「 $1/a$ 」は、デコード10による復号処理後のデータ復号化誤り率が最も低くなるように設定される。

【0031】以上のようにして、ノイズ除去回路2により、混合再生信号(RS)から本来のデータトラックからの再生信号(RD)が抽出されて、リードチャネルの各回路6~10によりデータ復号化処理が実行されて、元の記録データに再生される。従って、ノイズが除去された高品質の再生信号(RD)に対するデータ復号化処理を実行できるため、エラーレートの低い高精度のデータ再生動作を実現することが可能となる。

【0032】なお、同実施形態のデータチャネル1において、ノイズ除去回路2と、LPF6との位置は逆でもよい。さらに、同実施形態では、リーディング側の記録磁極301がトレーリング側記録磁極300によるトラック幅に対して、広いトラック幅を有する構造が想定されている。ヘッド構造としては、両記録磁極300, 301が同一トラック幅になるように構成することは可能である。しかしながら、このような構造であっても、ディスク上のデータトラックに対してスキュー角が発生するため、少なくともデータトラックの片側には前述のフリンジ磁化領域が発生する。従って、このようなヘッド構造のリング型磁気ヘッドを使用するディスクドライブに対しても、本発明は有効である。

【0033】(変形例)図5は、同実施形態の変形例を示すブロック図である。本変形例は、デジタル式のノイズ除去回路51を使用したデータチャネル50を示す。ノイズ除去回路51は、混合再生信号(RS)をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ7の次段に配置されている。

【0034】ノイズ除去回路51は、例えばデジタルフィルタ(FIRフィルタ)からなるデジタル遅延回路52と、デジタル乗算器からなるデジタル振幅調整回路53と、デジタル加算回路54とを有する。なお、デジタル遅延回路52と、デジタル振幅調整回路53との位置関係は逆でもよい。

【0035】このようなデジタル式のノイズ除去回路51の場合でも、作用効果は前述の図1に示すアナログ式のノイズ除去回路2の場合と同様であるため、ディスクドライブのほかの構成と共に、詳細な説明を省略する。

【0036】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、特

にリング型磁気ヘッドと単層膜媒体とを組み合わせた垂直磁気記録方式を適用した磁気ディスク装置において、データ再生動作時に、データトラックのサイドに形成されるフリンジ磁化エリアからのノイズを除去して、高品質の再生信号を抽出することができる。従って、エラーレートの低い高精度のデータ再生動作を実現することができる。本発明を適用すれば、高記録密度化を可能とする垂直磁気記録方式を適用した磁気ディスク装置の実用化を推進することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図。

【図2】従来のリング型磁気ヘッドの構造を説明するための図。

【図3】従来の垂直記録方式の問題点を説明するための図。

【図4】同実施形態2関係する作用効果を説明するためのタイミングチャート。

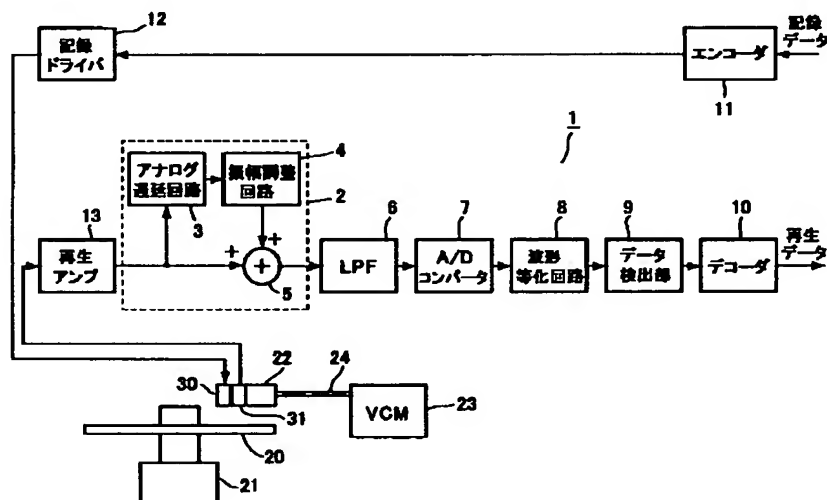
【図5】同実施形態の変形例に関するディスクドライブの要部を示すブロック図。

【符号の説明】

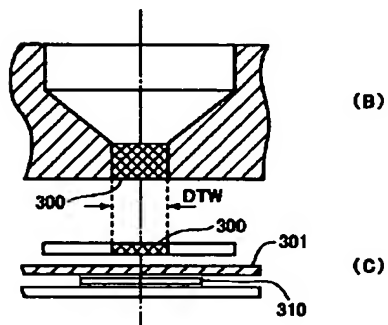
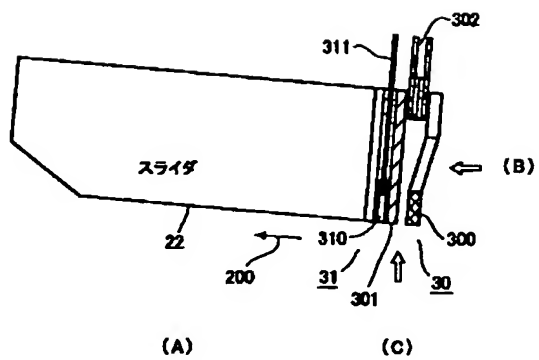
- 1…データチャンネル
- 2…ノイズ除去回路
- 3…アナログ遅延回路

- 4…振幅調整回路
- 5…加算回路
- 6…LPF
- 7…A/Dコンバータ
- 8…波形等化回路
- 9…データ検出部
- 10…デコーダ
- 11…エンコーダ
- 12…記録ドライバ
- 13…再生アンプ
- 20…ディスク
- 21…スピンドルモータ
- 22…スライダ
- 23…ボイスコイルモータ（VCM）
- 24…アクチュエータ
- 30…ライトヘッド素子
- 31…リードヘッド素子
- 51…デジタル式ノイズ除去回路
- 52…デジタル遅延回路
- 53…デジタル振幅調整回路
- 54…デジタル加算回路
- 300…トレーリング側記録磁極
- 301…リーディング側記録磁極
- 310…MR膜

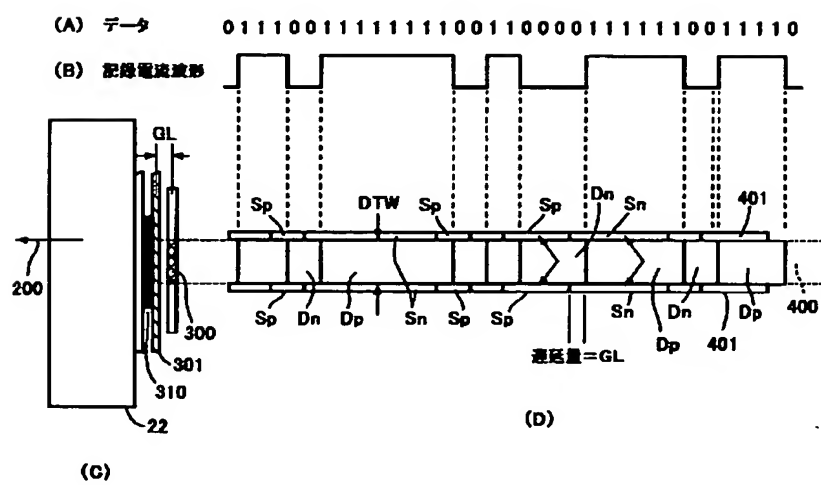
【図1】



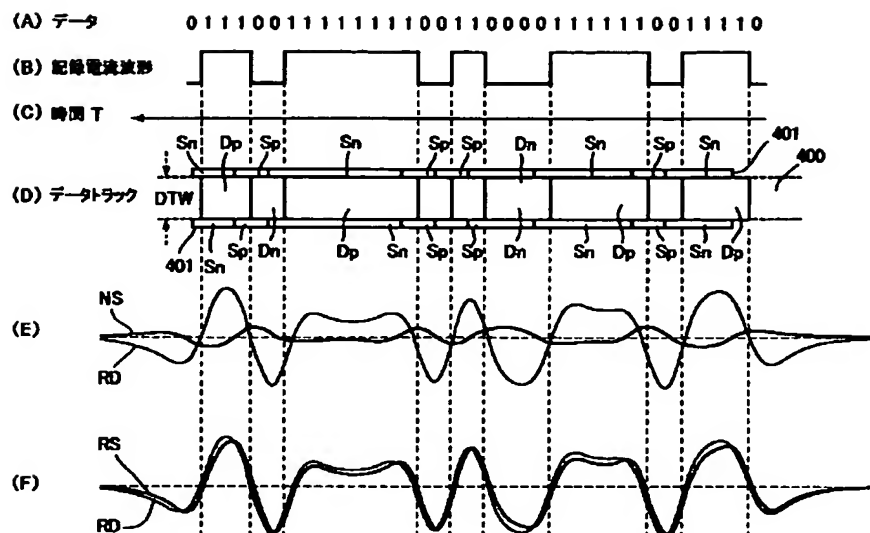
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

